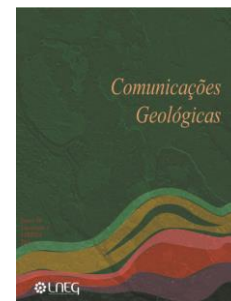


Proveniências no Neolítico: arqueometria em contextos geológicos distintos

Provenances in the Neolithic: archaeometry in different geological contexts

J. Pedro^{1*}, P. Moita², R. Boaventura³, L. Almeida², S. Machado⁴, P. Nogueira¹,
J. Máximo², R. Mataloto⁵, A. Pereira⁶, S. Ribeiro⁷, J. F. Santos⁷



Artigo original
Original article

© 2015 LNEG – Laboratório Nacional de Geologia e Energia IP

Resumo: O estudo de proveniências geológicas realizado em 3 áreas com contextos geológicos distintos - Lisboa, Freixo (Redondo) e Monforte, através da aplicação de diferentes metodologias e técnicas analíticas (DRX, ATG, FRX, ICP-MS, LA-ICP-MS, SEM-EDS, TIMS), permitiu verificar que a seleção dos esteios é condicionada pela diversidade e disponibilidade local dos materiais geológicos. O trabalho de campo desenvolvido a par com os dados obtidos (mineralógicos, petrográficos, geoquímicos, isotópicos) em amostras de antas e afloramentos indicam uma proveniência local para a generalidade dos esteios de antas das áreas de Lisboa e Freixo até 800 m, aumentando esta distância (1000-1700 m) na área de Monforte.

Palavras-chave: antas, geoquímica, geoarqueologia, arqueometria, proveniências

Abstract: The study of geologic provenances conducted in 3 areas with different geological contexts - Lisbon, Freixo (Redondo) and Monforte, through the application of different methodologies and analytical techniques (XRD, TGA, XRF, ICP-MS, LA-ICP-MS, SEM -EDS, TIMS), has shown that the selection of slabs is conditioned by the diversity and local availability of geological materials. The developed fieldwork with the obtained data (mineralogical, petrographic, geochemical, isotopic) in samples of dolmens and outcrops indicate a local source for most of the slabs in the areas of Lisbon and Freixo up to 800 m, increasing this distance to 1000-1700 m in Monforte area.

Keywords: dolmens, geochemistry, geoarchaeology, archaeometry, provenances.

¹ICT, Instituto de Investigação e Formação Avançada e Departamento de Geociências | Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora, Portugal.

²Laboratório HERCULES, Instituto de Investigação e Formação Avançada e Departamento de Geociências, Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora, Portugal.

³UNIARQ, Faculdade de Letras, Universidade de Lisboa, Município de Odivelas, Portugal.

⁴Laboratório Nacional de Energia e Geologia, Apartado 7586, 2720 Alfragide, Portugal.

⁵UNIARQ, Faculdade de Letras, Universidade de Lisboa, Município do Redondo, Portugal.

⁶UNIARQ, Faculdade de Letras, Universidade de Lisboa, Portugal.

⁷GeoBiotec, Departamento de Geociências, Universidade de Aveiro, Portugal.

*Autor correspondente/Corresponding author: jpedro@uevora.pt

1. Introdução

As antas representam um fenómeno funerário do Neolítico fortemente condicionado pela geologia. Porém a proveniência

geológica dos esteios utilizados na edificação de antas não tem sido, com raras exceções (Dehn *et al.*, 1991), objeto de estudo. Regra geral, a componente geológica dos trabalhos desenvolvidos limita-se a uma classificação litológica genérica dos esteios para os quais tende a ser atribuída uma origem local.

A aplicação de metodologias arqueométricas, que conjugam competências na área da arqueologia e da geologia, permitiram caracterizar e integrar a informação obtida relativamente aos esteios e afloramentos-alvo (*e.g.* mineralogia, petrografia, geoquímica, blocometria, características de meteorização) com vista ao estabelecimento das proveniências dos materiais geológicos. A diversidade de contextos e materiais geológicos, a topografia e o impacto antrópico de cada área foram fatores condicionantes para a aplicação de diferentes metodologias tanto ao nível de trabalho de campo como das metodologias analíticas aplicadas.

2. Enquadramento geo-arqueológico

Foram analisadas três áreas como casos de estudo da região Centro-Sul de Portugal (Fig. 1): Lisboa (Baixa Estremadura, Orla Meso-Cenozoica), Freixo (Redondo) e Monforte (ambas no Alto Alentejo, Zona de Ossa-Morena). Foram estudadas 32 antas, em diferentes estados de conservação, que terão sido erigidas no 4º milénio a.n.e. e transição para o milénio seguinte. Exibem, na generalidade, uma estrutura pétrea constituída por sete esteios na câmara com uma entrada orientada para o quadrante Este-Sudeste.

Geologicamente, a área de Lisboa é caracterizada por uma estrutura sedimentar monoclinal onde ocorrem essencialmente margas, calcários margosos e calcários cristalinos (Cretácico Inferior/Superior) pertencentes às formações de Caneças e da Bica, intruídas por rochas de natureza basáltica pertencentes ao Complexo Vulcânico de Lisboa (Kulberg *et al.*, 1991; Rey *et al.*, 2006). Foram estudadas oito antas que se distribuem desde Bucelas (Monte Serves) até Agualva-Cacém (Carrascal), implantadas quer na Formação de Caneças quer na Formação da Bica, constituídas por calcários margosos e calcários cristalinos. Como exceção destaca-se um monólito de basalto na anta de Carcavelos.

A área do Freixo (Redondo) é constituída por rochas metamórficas (gnaisses, micaxistos, migmatitos, filitos e

metagrauauques), que são intruídas pelo maciço ígneo do Redondo (Carvalhosa *et al.*, 1986). Este corresponde a um corpo granodiorítico, com uma pequena ocorrência de gabro/diorito, exibindo frequentes encraves de rochas encaixantes e evidências de mistura de magmas. Nesta área foram estudadas dez antas. Oito estão implantadas no substrato granodiorítico e nos gnaisses encaixantes (Freixo cluster) sendo constituídas predominantemente por granodioritos. Destacam-se deste contexto mais duas antas (Godinhos e Candieira), que se localizam mais a norte e a este respetivamente. A anta de Godinhos é constituída por migmatitos e granito moscovítico e a anta da Candieira edificada exclusivamente com esteios de xisto porfiroblástico com andaluzite.

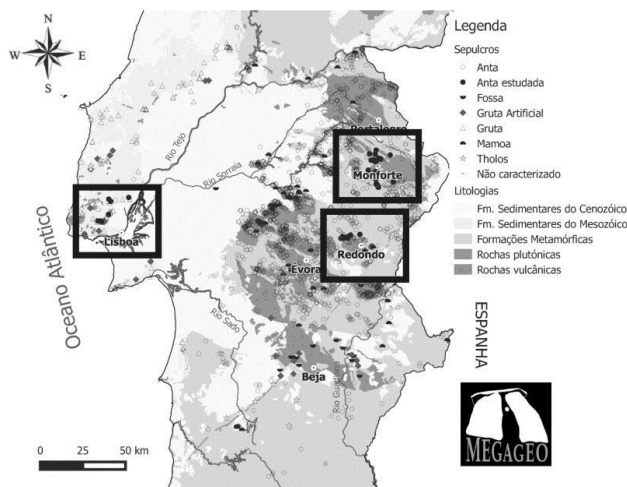


Fig. 1. Áreas de estudo: Lisboa, Freixo (Redondo) e Monforte.

Fig. 1. Studied areas; Lisbon, Freixo (Redondo) and Monforte.

A área de Monforte é dominada pelo maciço granítico de Monforte, correspondendo a um granito róseo que intrui as unidades encaixantes formadas por gnaisses, metapelitos, anfibolitos, mármore e corneanas calcossilicatadas (Gonçalves *et al.*, 1975). As catorze antas estudadas estão implantadas quer no granito quer nas rochas encaixantes e são constituídas por granitóides, gnaisses, mármore, vulcânicas intermédias e corneanas calcossilicatadas.

3. Metodologia

Para as três áreas foi efetuada uma caracterização macroscópica das várias litologias presentes nos esteios, a que se seguiu um trabalho de campo de pormenor com vista à seleção de afloramentos compatíveis com a sua utilização como local de extração.

Os afloramentos-alvo foram selecionados com base na litologia, aspetos texturais/estruturais particulares (*e.g.* anisotropias, encraves, veios de quartzo) área aflorante, blocometria, características de meteorização, evidências de extração de blocos e distância à anta. As amostras recolhidas nas antas (provets 3x10 cm) e nos afloramentos foram processadas com vista à produção de lâminas polidas e amostras de pós da fração global com uma granularidade de 95 % da amostra inferior a 100 mesh.

A análise petrográfica foi efetuada por processos convencionais de macro e microscopia ótica, complementada através de técnicas de microscopia eletrónica de varrimento acoplada a detetor de energia dispersiva de raios-X (SEM-EDS), permitindo correlacionar textural e mineralogicamente as

litologias dos esteios com os afloramentos de proveniência. No caso das rochas carbonatadas na área de Lisboa foi dada ainda especial atenção à macro e micro fauna.

A geoquímica multi-elementar foi efetuada inicialmente por FRX-portátil (fluorescência de raios-X) e posteriormente complementada por ICP-MS (espectrometria de massa acoplada a plasma indutivo), enquanto a geoquímica isotópica ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ e $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ para as rochas ígneas e metamórficas e $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ para as rochas carbonatadas) foi realizada por TIMS (espectrometria de massa de ionização térmica), com o objetivo de caracterizar detalhadamente os esteios das antas e de corroborar a proveniência dos mesmos.

Nas rochas carbonatadas, as fases minerais foram identificadas com recurso a técnicas DRX (difração de raios-X) complementada com a quantificação das fases carbonatadas por ATG (análise termogravimétrica).

A comparação entre as fases minerais das rochas ígneas e metamórficas, ainda em fase de processamento, tem sido efetuada com recurso a LA-ICP-MS (ablação a laser) nomeadamente para composições de elementos terras raras em anfíbolos.

4. Resultados e discussão

Na região de Lisboa, obtiveram-se boas correlações entre as antas estudadas e os afloramentos de proveniência, como se ilustra para a anta de Pedras Grandes (DPGR-2). Neste caso, verifica-se uma boa correlação petrográfica (conteúdo fossilífero, aspetos texturais e mineralogia; Figs. 2a, Fig. 3) e geoquímica (Fig. 4A) com o afloramento selecionado (APGR-2). Pontualmente, não foi possível até à data, identificar inequivocamente as bancadas/afloramentos de onde terão sido extraídos os esteios das antas onde se verifica uma forte atividade orgânica - icnofósseis (*e.g.* anta de Monte Abraão e Estria), não só pela forte urbanização mas também por serem estruturas ocultas na estratificação sub-horizontal.

Para a área do Freixo (Redondo) a generalidade dos resultados permitiram, de igual modo, relacionar os esteios com os afloramentos geológicos selecionados. Verificam-se boas relações petrográficas tais como as obtidas entre a anta de Casas Novas 1 (DCSN-26; Fig. 2B) e o afloramento de proveniência (AFL-17), assim como perfis multi-elementares (Figs. 4B, C) idênticos entre as antas de Casas Novas (DCSN-26) e Godinhos (DGOD-27 e DGOD-28) e os afloramentos de proveniência (AFL-17; e AFL-18 respetivamente).

Noutros casos porém, apesar de se obterem assinaturas geoquímicas semelhantes, não se verifica uma correspondência clara e inequívoca em termos petrográficos e de abundância de elementos maiores ou traço, o que pode ser justificado pela: i) falta de representatividade das amostras recolhidas nas antas e ii) heterogeneidade dos afloramentos como consequência dos mecanismos magmáticos (*e.g.* mixing/mingling) e/ou fenómenos de deformação dúctil.

Assim, e dada a particularidade destes mecanismos, torna-se necessário alargar os trabalhos de pesquisa para afloramentos mais afastados das antas, na tentativa de obter uma correlação total entre os esteios e os afloramentos de onde foi efetuada a respetiva extração.

Na área de Monforte, onde ocorre uma forte variabilidade litológica dos esteios e do substrato geológico, também se obtiveram boas correlações de proveniência, como evidenciado nos perfis multi-elementares (Fig. 4D) dos esteios de diorito (DBOS-28) e de anfibolito (DBOS-27) da anta de Bósios com os afloramentos de proveniência (AFL-41 e AFL-43, respetivamente).

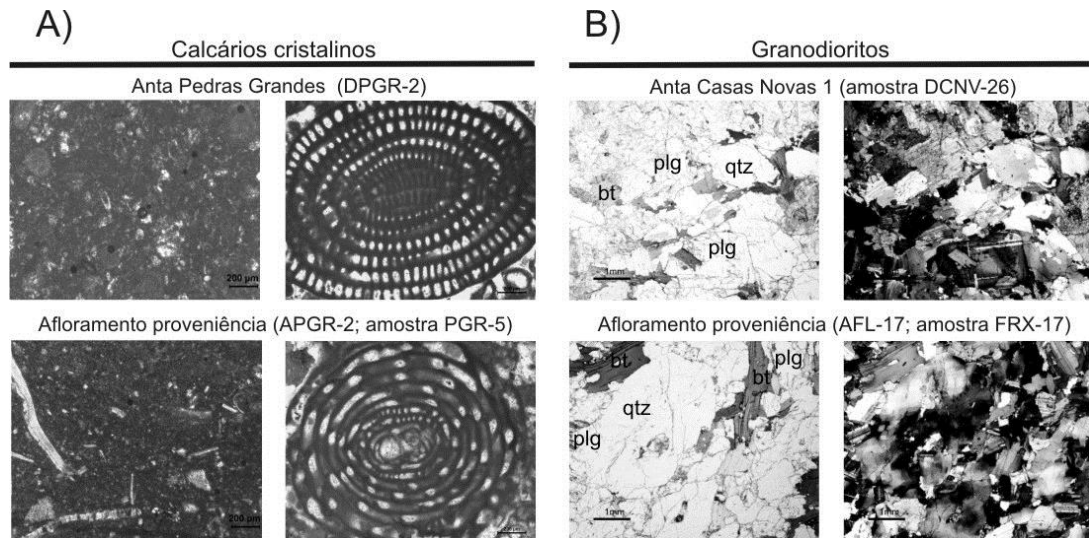


Fig. 2 A). Correspondência petrográfica e microfaunística (calcários cristalinos) entre esteios da anta Pedras Grandes e afloramento de proveniência APGR-2. B) Correspondência petrográfica (granodioritos) entre esteios da anta Casas Novas 1 e afloramento de proveniência AFL-17.

Fig. 2 A). Petrographic and microfossils match between crystalline limestone from dolmen of Pedras Grandes and selected outcrop (APGR2). B) Petrographic match (granodiorites) between samples of slab of dolmen of Casas Novas 1 and provenance outcrop (AFL-17).

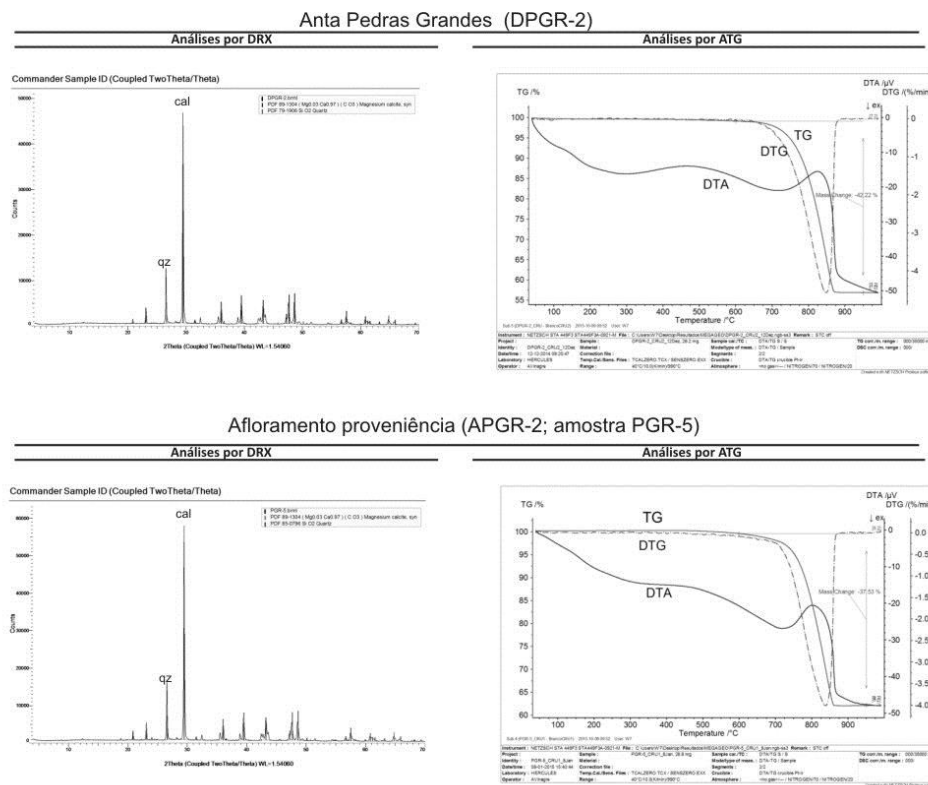


Fig. 3 Correspondência mineralógica na composição (DRX) e proporção das fases carbonatadas (ATG) entre esteios da anta Pedras Grandes (DPGR-2) e o afloramento de proveniência APGR-2 (PGR-5).

Fig. 3 Identical mineralogical composition (by XRD) as well similar amount of carbonated mineralogical phases (by TGA) between slabs from dolmen of Pedras Grandes (DPGR-2) and source outcrop (RMP-5).

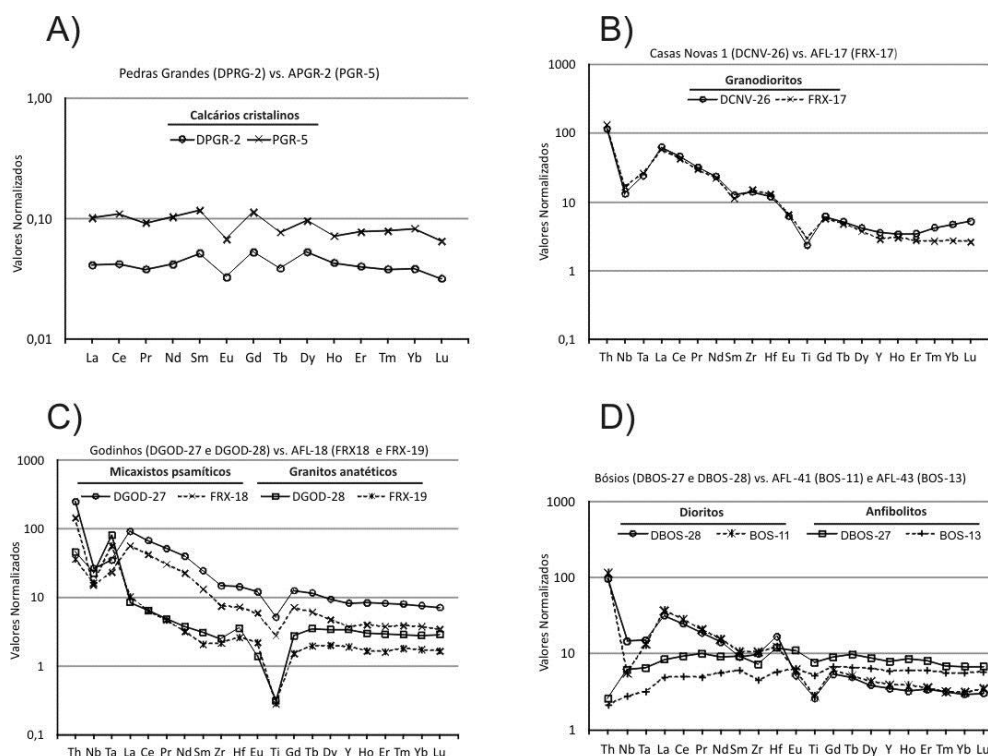


Fig. 4. Correspondência geoquímica entre esteios de antas e afloramentos de proveniência (Normalização rocha/manto primitivo para litologias ígneas e metamórficas, segundo Sun e McDonough, 1989 e rocha/NAAC para litologias sedimentares, segundo Gromet *et al.*, 1984). A) Pedras Grandes (Lisboa); B) Casas Novas 1 (Freixo); C) Godinhos (Freixo); D) Bósios (Monforte).

Fig. 4. Similar geochemistry between dolmens and provenance outcrops (normalization rock/primitive mantle for igneous and metamorphic lithologies, according to Sun and McDonough, 1989 and rock / NAAC for sedimentary lithologies, according to Gromet *et al.*, 1984). A) Pedras Grandes (Lisbon); B) Casas Novas 1 (Freixo); C) Godinhos (Freixo); D) Bósios (Monforte).

Como verificado para a anta de Bósios, é frequente, na área de Monforte, as antas serem erigidas por diferentes litologias com locais de proveniência que chegam a distar entre si cerca de 1500 m.

5. Conclusões

Não obstante o trabalho que ainda está a ser desenvolvido, através da utilização de técnicas analíticas específicas em função da natureza litológica dos materiais, os dados disponíveis mostram que, em termos gerais, nas áreas de Lisboa e Freixo (Redondo), onde o contexto litológico é menos diversificado, as antas localizam-se sensivelmente a uma distância, em média, inferior a 800m dos afloramentos de proveniência, sendo quase sempre possível manter contacto visual entre os afloramentos e as respetivas antas. De realçar que na área do Freixo (Redondo) os esteios da anta de maior dimensão (Casas Novas 1) provêm de afloramentos mais distantes, os quais se localizam a cerca de 1000m. Quanto à área de Monforte, onde se verifica uma maior diversidade litológica, as antas localizam-se a 1000-1700m dos afloramentos de proveniência.

Agradecimentos

Este estudo foi financiado pela FCT através do projeto MEGAGEO PTDC/EPH-ARQ/3971/2012

Referências

- Carvalhosa, A., Gonçalves, F. e Oliveira, V., 1986. *Folha 36-D Redondo da Carta Geológica de Portugal na escala 1:50 000*, Serviços Geológicos de Portugal.
- Dehn, W., Kab, P., Vortisc, H., 1991. Geologisch-petrographische Untersuchungen Rhein. **32**: 1-28.
- Gonçalves, F., Zbyszewski, G. e Pinto Coelho, A. V., 1975. *Folha 32-D Sousel da Carta Geológica de Portugal na escala 1:50 000*, Serviços Geológicos de Portugal.
- Gromet, L., Dymek, R., Haskin, L. e Korotev, R., 1984. The "North American Shale Composite": its compilations, major and trace elements characteristics. *Geochim. Cosmochim. Acta*, **48**: 2469-2482.
- Kulberg, M. C., Manupella, G., Rey, J. e Berthou, P., 1991. *Folha 34A (Sintra) da Carta Geológica de Portugal na escala 1:50000*, LNEG.
- Rey, J., Dias, R., Rebelo, L., Pais, J., Ornelas, F., Moniz, C. e Cabral, J., 2008. *Folha 34-B Loures da Carta Geológica de Portugal na escala 1:50000*, LNEG.
- Sun, S. e McDonough, W., 1989. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalt: implications for mantle composition and processes In: A. Saunders and J. Norry (Eds.), *Magmatism in oceanic basins. Geol. Soc. London Spec. Publ.*, **42**: 313-345.